

UDK 628.21.001.1

Primljeno 6. 4. 2007.

Javni sustav odvodnje općine Jakovlje

Mirsad Navrboc

Ključne riječi

otpadne vode,
sustav odvodnje,
općina Jakovlje,
projekt,
varijante projekta,
tehnologija pročišćavanja

Key words

waste waters,
drainage system,
Jakovlje District,
design, design
alternatives,
purification technology

Mots clés

eaux usées,
système de drainage,
commune de Jakovlje,
projet,
alternatives de projet,
technologie de purification

Ключевые слова

сточные воды,
система водоотвода,
община Яковле,
проект,
варианты проекта,
технология очистки

Schlüsselworte

Abwässer,
Entwässerungssystem,
Gemeinde Jakovlje,
Projekt,
Projektvarianten,
Reinigungstechnologie

M. Navrboc

Stručni rad

Javni sustav odvodnje općine Jakovlje

Opisuje se projekt odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda općine Jakovlje. Prikazan je opseg zahvata sustava kojim se rješava odvodnja za naselja Jakovlje, Igrišće i Kraljev Vrh. Posebno je opisan Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, za koji su projektom predviđene četiri varijante pročišćavanja otpadnih voda koje su podijeljene u dvije grupe s obzirom na broj uređaja i tehnologiju pročišćavanja. Na kraju je prikazana najpovoljnija varijanta koja je i prihvaćena.

M. Navrboc

Professional paper

Public drainage system for Jakovlje District

The waste water drainage and purification project initiated in Jakovlje District is described. The extent of this undertaking, in the scope of which drainage will be solved for the towns of Jakovlje, Igrišće and Kraljev Vrh, is presented. A special account is given of the central waste water purification plant for which four waste water purification alternatives were planned at the design stage. These alternatives were further divided into two groups according to the number of devices and purification technology. The most favourable alternative, subsequently accepted by the client, is presented in the final part of the paper.

M. Navrboc

Ouvrage professionnel

Système public de drainage pour la commune de Jakovlje

Le projet de drainage et purification des eaux usées, initié dans la commune de Jakovlje, est décrit. L'étendue de cette entreprise, au sein de laquelle le drainage sera résolu pour les villes de Jakovlje, Igrišće et Kraljev Vrh, est présentée. Une attention toute particulière a été accordée à la station centrale de purification des eaux usées, pour laquelle quatre alternatives de purification des eaux usées ont été présentées au cours des études. Ces alternatives ont été davantage divisées en deux groupes selon le nombre des appareils et la technologie de purification. L'alternative la plus favorable, retenue par la suite par maître de l'ouvrage, est présentée à la fin de l'ouvrage.

M. Наврбоц

Отраслевая работа

Явная система водоотвода общины Яковле

В статье описывается проект водоотвода и прочистки вод общины Яковле. Показан диапазон захвата системы, с помощью которой решается проблема отвода за посёлок Яковле, Игришче и Кралев Врх. Особо описано Центральное устройство по очистке сточных вод, для которых проектом предусмотрены четыре варианта очистки сточных вод, разделённых в две группы, с учётом количества устройств и технологии очистки. В конце показан самый подходящий вариант, который и был принят.

M. Navrboc

Fachbericht

Das öffentliche Entwässerungssystem der Gemeinde Jakovlje

Beschrieben ist das Projekt der Entwässerung und Reinigung der Abwässer der Gemeinde Jakovlje. Dargestellt ist der Umfang des Systems mit dem die Entwässerung der Siedlungen Jakovlje, Igrišće und Kraljev Vrh gelöst wird. Besonders beschreibt man die Zentralanlage für die Reinigung der Abwässer, für die im Projekt vier Varianten vorgesehen sind, aufgeteilt in zwei Gruppen betreffend die Anzahl der Anlagen und die Reinigungstechnologie. Zum Schluss ist die günstigste Variante dargestellt, die angenommen wurde.

Autor: **Mirsad Navrboc**, ing. građ., AQUACON, d.o.o., Zagreb

1 Uvod

Idejnim projektom kanalizacijskog sustava općine Jakovlje cjelovito je riješen problem odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda naselja Jakovlje, Igrišće i Kraljev Vrh, kao jedinstvene tehnološko - tehničke cjeline, budući da navedena naselja do danas nemaju na zadovoljavajući način riješeno pitanje odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda (slika 1.). Projektanu dokumentaciju izradila je tvrtka „AQUACON“ d.o.o. iz Zagreba.

Osnovni razlozi izrade idejnog projekta (definiranih projektnim zadatkom) jesu:

- aktualizacija ulaznih podataka (opterećenja) u skladu s Prostornim planom općine
- novi pristup u određivanju sustava odvodnje za razvedena područja (razdjelni sustav odvodnje)
- novi tehnološki pristup u tehnologiji pročišćavanja otpadnih voda (varijantna rješenja)
- proteklo vrijeme od izrade idejnog rješenja iz 1991. godine i vodoprivrednih uvjeta do danas.

Predloženi cjeloviti sustav odvodnje i pročišćavanja otpadne vode može se etapno realizirati tako da realizirane etape predstavljaju tehnološku cjelinu:

- izgradnja glavne kanalske mreže u naselju Jakovlje – Kanal 1.
- izgradnja I. etape uređaja za pročišćavanje (2.500 ES - ekvivalentni stanovnik)
- izgradnja II. etape odvodnje (preostali glavni kanali)
- izgradnja II. etape uređaja za pročišćavanje (5.000 ES).

2 Opis zahvata

Područje obuhvata sustava odvodnje omeđeno je sa sjevera naseljem Stubička Slatina (susjedna općina Oroszlavlje), s istoka obroncima Medvednice (naselja Igrišće i Kraljev Vrh), sa zapada naseljima uz županijsku cestu Bistra-Jakovlje-Stubička Slatina i s juga naseljem Jakovlje. Općina Jakovlje je jedinica lokalne samouprave u sklopu Zagrebačke županije, a sačinjavaju je tri naselja: Igrišće, Jakovlje i Kraljev Vrh.

Kretanje broja stanovnika za razdoblje između dvaju posljednjih popisa stanovništva (1991. i 2001.) općine Jakovlje te broja stanova i kućanstava u odnosu na Zagrebačku županiju vidi se iz tablice 1.

Podaci u tablici 1. su iz dostupne stručne literature i odgovarajuće dokumentacije.

Veličina slivnog područja određena je prema Prostornom planu općine Jakovlje, da bi se što veći broj korisnika priključio na središnji uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Na taj se način postiže i najbolja zaštita okoliša, a što je moguće realizirati u razdjelnom sustavu odvodnje (odvodnja samo sanitarno - fekalnih voda), gdje su profili kanalizacijskih cjevovoda najvećim dijelom dimenzija Ø 30 cm. Razmatrano slivno područje prilično je veliko i razgranato, obuhvaća približno 3.570 ha i otprilike 1.025 kućanstava, što je ukupno (zajedno s industrijom) približno 5 000 ES.

3 Odvodnja otpadnih voda

3.1 Sustav odvodnje

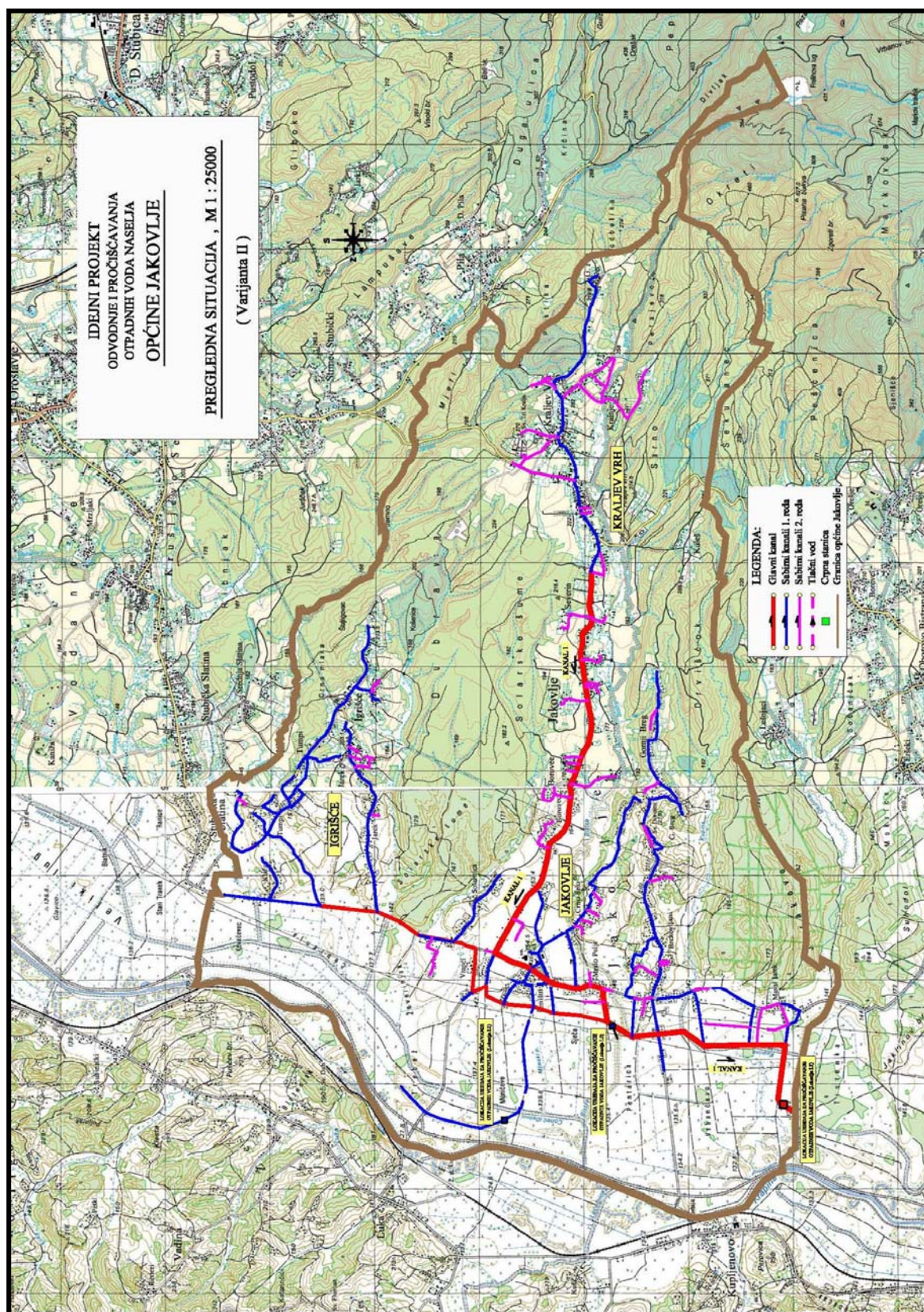
Za naselja općine Jakovlje predviđa se razdjelni sustav odvodnje (određen projektnim zadatkom), tj. odvodnja sanitarno-fekalnih otpadnih voda, dok će se odvodnja oborinskih voda odvijati putem otvorenih jaraka uz prometnice. Za prilično veliko i razvedeno slivno područje kao što je slučaj naselja Jakovlje, Igrišće i Kraljev Vrh, mnogo je lakše rješavati odvodnju samo otpadnih voda jer su za to potrebni:

- manji profili cijevi Ø 30 cm
- primjena malih crpnih stanica za područje gdje nije moguća gravitacijska odvodnja
- uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u hidrauličkom je smislu manje opterećen
- otpadaju rasteretne građevine (preljevi, bazeni)
- omogućena je etapna izgradnja
- postiže se učinkovitije pročišćavanje otpadnih voda.

S obzirom na lokalne uvjete, predviđen je uglavnom gravitacijski način odvodnje (veliki padovi terena to omogućuju), dok je samo na nekim lokalitetima primijenjen i tlačni način odvodnje (male crpne stanice s kraćim tlačnim vodom).

Tablica 1. Odnos ukupne ploštine, broja stanovnika, stanova i kućanstava te gustoće u Zagrebačkoj županiji i općini Jakovlje

	Površina		Stanovnici				Stanovi				Kućanstva		Gustoća naseljenosti
			popis 1991.		popis 2001.		popis 1991.		popis 2001.		popis 1991.	popis 2001.	
	km ²	%	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%	broj	broj	Stanovnik /km ²
Zagrebačka županija	3058,15	100,0	282989	100,0	309696	100,0	75494	100,0	121314	100	75836	94854	101,27
Općina Jakovlje	35,71	1,17	3819	1,35	3945	1,27	1520	2,01	1570	1,29	1167	1222	110,28



Slika 1. Pregledna situacija kanalizacijskog sustava naselja općine Jakovlje

3.2 Glavne građevine sustava

Glavne su građevine u kanalizacijskom sustavu općine Jakovlje:

- kontrolna revizijska okna
- sifonski prijelaz vodotoka Bistre
- crpne stanice.

Kontrolna revizijska okna izvodit će se od istog materijala kao i glavni materijal za cijevi (poliesterske cijevi, UP-GF), a predviđaju se na razmaku otprilike 50 m, zatim na mjestima promjene padova nivelete dna kanala u uzdužnom presjeku, i promjene smjera trase u horizontalnom presjeku. Sifonski prijelaz vodotoka Bistre vrlo je važna i zahtjevna građevina koji je zahtjevan što se tiče brzine tečenja (da ne dođe do taloženja) i što se tiče sigurnosti održavanja. Okna precrpnih stanica bit će u cijelosti podzemne građevine, a izvodit će se također od istog materijala kao i cjevovod, odnosno od poliestera, promjera DN 2000 mm. U građevini se predviđa instalacija dviju crpki istog kapaciteta koje se naizmjenično uključuju (1 radna + 1 rezervna).

3.3 Dimenzioniranje kanalizacije

Dimenzioniranje kanalizacijske mreže provedeno je prema ATV smjernicama (A-118 – *Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen*) za manja naselja prema kojima se usvaja dnevna specifična količina otpadnih voda od 150 l/st./dan, dok je najveći dotok otpadnih kućanskih voda definiran kao $Q_h \cong 0,005$ l/s po ES (ekvivalentnom stanovniku).

Formula za određivanje sušnog dotoka u kanalu prikazana je u nastavku:

$$Q_t = Q_h + Q_g + Q_f \quad (l/s)$$

gdje su:

Q_h – kućanske otpadne vode (0,005 l/s*stanovniku)

Q_g – industrijske otpadne vode (0,5 l/s*ha)

Q_f – strane vode (100 % vrijednosti otpadnih voda (kućanstva))

U skladu s navedenim za sva naselja općine Jakovlje (4.100 ES) izračunane su i usvojene sljedeće vrijednosti:

$$Q_h = 20,5 \text{ l/s}$$

$$Q_g = 28,5 \text{ l/s}$$

$$Q_f = 20,5 \text{ l/s}$$

odnosno ukupno sušni dotok :

$$Q_t = 20,5 + 28,5 + 20,5 = 69,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{usvojeno } Q_t = 70 \text{ l/s.}$$

S obzirom na velike padove terena, za sekundarne su kanale odabrane cijevi Ø 30 cm koje svojim maksimal-

nim kapacitetima višestruko zadovoljavaju relativno male količine otpadnih voda. Izuzetak je glavni kanal – kanal 1. koji je na dionici ispred uređaja za pročišćavanje profila Ø 40 cm.

3.4 Varijantna rješenja

Idejnim projektom predviđene su dvije varijante odvodnje otpadnih voda za naselje Jakovlje.

Varijanta I

Prvobitna varijanta odvodnje koncipirana na osnovi tada aktualnoga Prostornog plana uređenja općine Jakovlje (Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Zavod za urbanizam i prostorno planiranje – srpanj 2004.). Varijantom I obuhvaćeno je ukupno 54.873 m kanalizacije i 13. precrpnih stanica. U nastavku je prikazana specifikacija glavnih i sabirnih kanala za cjelokupno slivno područje prema varijanti I.

- DN 100 mm - 3.172 m

- DN 300 mm - 47.382 m

- DN 400 mm - 4.283 m

Varijanta II

Određene promjene u odnosu na varijantu I u sustavu odvodnje provedene su prema zaključcima sa zajedničkog sastanka održanog u veljači 2007. godine u Hrvatskim vodama (općina Jakovlje, Hrvatske vode – VGO za slivno područje grada Zagreba, Aquacon). Na navedenom sastanku zatražene su promjene u vođenju trase kanala 1. u dijelu izmjena prostornog plana. Osim toga za Varijantu II značajni su i zahtjevi investitora – općine Jakovlje prema kojima je zatraženo da trasa kanala 1. uglavnom slijedi (gdje je to moguće), glavnu prometnicu koja prolazi središtem naselja (Bistra – Jakovlje – Igrišće). Varijantom II ukupno je obuhvaćeno 55.128 m kanalizacije i 13 precrpnih stanica. U nastavku je prikazana specifikacija glavnih i sabirnih kanala za cjelokupno slivno područje prema varijanti I.

- DN 100 mm - 3.167 m

- DN 300 mm - 48.169 m

- DN 400 mm - 3.792 m

Idejnim projektom usvojena je varijanta II u sustavu odvodnje koja predviđa vođenje trase kanala 1. u glavnoj prometnici koja prolazi središtem Jakovlja i u skladu je s usvojenim izmjenama Prostornog plana općine Jakovlje.

4 Pročišćavanje otpadnih voda

U skladu sa zakonskom regulativom, kao i prostorno planskom dokumentacijom, predviđeno je ispuštanje pročišćenih otpadnih voda u prirodni prijamnik – potok Dedin – uz rijeku Krapinu. Bitni ulazni podaci koji od-

ređuju "stupanj pročišćavanja otpadnih voda", određeni su zadanim okvirima po kriterijima kategorije vode prijamnika i standardom efluenta. Na mjestu ispuštanja pročišćenih otpadnih voda iz uređaja općine Jakovlje, rijeka Krapina pripada II. kategoriji voda ("osjetljiva područja"), te je s obzirom na veličinu uređaja (do 10.000 ES) predviđen uređaj sa prvim + drugim stupnjem pročišćavanja.

4.1. Varijantna rješenja

Idejnim projektom predviđena su četiri varijantna rješenja pročišćavanja otpadnih voda za naselje Jakovlje podijeljenih u dvije grupe s obzirom na broj uređaja i tehnologiju pročišćavanja.

S obzirom na broj uređaja imamo dvije varijante: varijanta "A" (jedan uređaj), varijanta "B" (tri uređaja).

Varijanta "A" (jedan uređaj)

Kod svih varijantnih rješenja ukupno opterećenje uređaja naselja Jakovlje promatra se hidrauličkim opterećenjem uređaja i biokemijskim opterećenjem uređaja.

Kod promatrane varijante "A" sve otpadne vode kanalizacijskim sustavom dovode se na lokaciju središnjega uređaja u sljedećim vrijednostima:

- Hidrauličko opterećenje uređaja
 - sanitarno-fekalne otpadne vode -
 $4.100 \text{ ES} \times 0.005 \text{ l/s} \cdot \text{ES} \Rightarrow Q_h = 20,5 \text{ l/s}$
 - industrijske otpadne vode
 $56.83 \text{ ha} \times 0.5 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \Rightarrow Q_g = 28,5 \text{ l/s}$
 - strane (procjedne) vode
 $100 \% \text{ vrijednosti } Q_h \Rightarrow Q_f = 20,5 \text{ l/s}$
- Ukupno hidrauličko opterećenje jest: $\Rightarrow Q_t = 69,5 \text{ l/s}$
 (usvojeno $Q_t = 70 \text{ l/s}$)

- Biokemijsko opterećenje uređaja
 - stanovništvo 4.100 ES
 - industrija 900 ES

Ukupno biokemijsko opterećenje jest: 5.000 ES

Ukupna investicijska vrijednost uređaja za varijantu "A" iznosi 828.000 € (C-TECH).

Varijanta "B" (tri uređaja)

Prema Prostornom planu predviđena su tri lokaliteta uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Lokacije su sljedeće:

- L1 – uz buduću industrijsku zonu (uz rijeku Krapinu)
- L2 – lokacija uz potok Bistru
- L3 – lokacija uz potok Dedin (uz rijeku Krapinu)

Investicijski troškovi uređaja za pročišćavanje u varijanti "B" iznose:

$INV_{L1} = 562 \text{ ES} \times 240 \text{ €/ES} =$	134.880 €
$INV_{L2} = 3.187 \text{ ES} \times 200 \text{ €/ES} =$	637.500 €
$INV_{L3} = 1.250 \text{ ES} \times 220 \text{ €/ES} =$	275.000 €
Ukupno:	1,047.380 €

U ovoj varijanti otpadaju neki cjevovodi ukupne investicijske vrijednosti 130.375 €, a koji su zastupljeni u varijanti "A", pa je prema tomu ukupna investicijska vrijednost varijante "B" 917.005 €.

S obzirom na tehnologiju pročišćavanja: ima također dvije varijante: varijanta 1. (C-TECH) varijanta 2. (konvencionalno rješenje)

Pri izboru tehnološkog rješenja uređaja posebna pažnja bila je posvećena sljedećim kriterijima:

- jednostavnost pogona i održavanja
- najveća fleksibilnost procesa kod promjenjivih opterećenja tijekom godine te postupnoga priključivanja dijelova kanalizacijskog sustava
- sigurni i stabilni parametri efluenta
- minimalni investicijski i pogonski troškovi te troškovi pogonskog osoblja.

Predloženo rješenje predviđa kao prvu varijantu primjenu procesa C-TECH. Izabrani proces C-TECH (*Cyclic Activated Sludge Technology*) zasnovan je na principu modificiranog procesa SBR (*Sequencing Batch Reaktor*); glavna je značajka da proces eliminira iz otpadne vode osim ugljikovih spojeva također dušik i fosfor uz simultanu aerobnu stabilizaciju mulja, te ga je lako moguće radi vođenja procesa potpuno automatizirati. Ovaj je sustav pogodan osobito pri promjenama opterećenja, jer se promjenom vremena trajanja ciklusa adaptira na novonastalu situaciju, kao i tamo gdje se zahijeva visok stupanj pročišćavanja. Glavni ciklus aeracije i neaeracije za svaki je bazen poseban i dalje je podijeljen u podcikluse (1. punjenje/aeracija; 2. taloženje; 3. odvajanje (bistre – pročišćene vode)).

Postupak C-Tech može biti prilagođen, ovisno o željenoj kvaliteti efluenta, u raznim radnim ciklusima stvarnom i aktualnom dotoku otpadnih voda. Postupak radi na jednostavan način u slijedu radnih faza - od faza aeracije do faza nearacije. Sistemom se upravlja ponavljajućim vremenskim ukapčanjima.

Varijanta 1. (C-TECH)

Mehanički stupanj (primarno pročišćavanje)

Budući da se kod uređaja Jakovlje radi o malom uređaju, a priključeni kanalizacijski sustav je razdjelnog tipa, nema potrebe za gradnjom pjeskolova-mastolova ako se

u dovodni kanal ugradi fina rešetka svjetlih otvora 3 mm ili fino sito 3-5 mm. Kompaktna izvedba s ugrađenom spiralnom prešom i kompaktorom izdvojenog materijala bilo bi najprikladnije rješenje. Na taj će način biti iz otpadne vode izdvojeni svi veći sadržaji i dio masnoća. Tu je potrebno predvidjeti i obilazni kanal s fiksnom rešetkom svjetlih otvora 30 mm i ručnim čišćenjem. Sustav C-TECH ne zahtijeva gradnju primarne taložnice, pa se stoga kompletan mehanički stupanj svodi na jedan agregat.

Nakon protjecanja kroz mehanički stupanj, otpadna voda dopijeva u biološki bazen odnosno C-TECH reaktor.

Biološki stupanj (C-TECH reaktor)

Dimenzioniranje C-TECH reaktora obavlja se u principu prema kriterijima radnih podloga Udruženja za otpadne vode ATV A 131 (faktori sigurnosti, aerobna starost mulja, produkcija suvišnog mulja, indeks mulja itd.). U biološkom reaktoru C-TECH sustava odvijaju se sljedeći procesi: oksidacija ugljikovih spojeva, nitrifikacija, denitrifikacija, biološka eliminacija fosfora, simultana aerobna stabilizacija mulja. Prema tehnološkom proračunu izabran je sustav sa 2 bazena, svaki sa po 1.200 m³ vodnog obujma. Ukupni obujam na biološkom dijelu uređaja po C-TECH-u je $V = 2.400 \text{ m}^3$.

Etapna je izgradnja predviđena izgradnjom modula od 1.250 ES, konačni uređaj bi imao $4 \times 1.250 \text{ ES} = 5.000 \text{ ES}$.

Suvišni mulj i njegova obrada

S ukupnom starošću od 30 dana, suvišni bi mulj trebao biti aerobno stabiliziran i spreman ili za skladištenje u spremnik mulja ili za dalju dehidraciju te zaključno njegovu dispoziciju na sanitarno odlagalište. Ovisno o želji investitora, obje se varijante mogu uspješno primijeniti. Kod prvog rješenja propisuje ATV A - 126 skladištenje do 6 mjeseci. Potreban je veliki volumen spremnika, a maksimalni je stupanj ugušćenja otprilike 5 % ST. Budući da se aerobno stabiliziran mulj relativno teško dehidrira, za njegovu dehidratizaciju visokog stupnja potrebno je predvidjeti centrifugu s doziranjem flokulanata. U tom slučaju nije potrebno graditi tako velik spremnik mulja, a postignuti stupanj ugušćenja iznosi 30-35 % ST. S ovim se muljem lakše manipulira, a i volumen mu je drastično smanjen. Ovo rješenje kao opciju predviđa i tu varijantu.

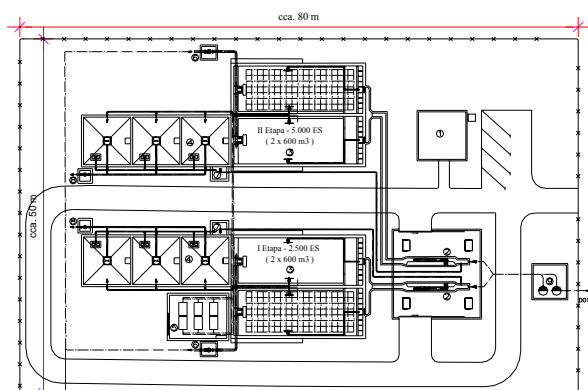
Varijanta 2. (konvencionalni postupak)

Kod postupka s aktivnim muljem miješaju se u aeracijskim bazenima otpadna voda i aktivni mulj. Kisik nužan za biološku razgradnju unosi se u bazene uređajem za aeraciju (aeracija sa dna - tlačna). Ozračivanje ujedno služi i za miješanje sadržaja bazena. Otpadna voda se pročišćava s pomoću mikroorganizama, pri čemu se uzi-

maju organske tvari iz otpadne vode i u raznim dijelovima pretvaraju u taložnu biomasu. Iz biobazena teče mješavina otpadna voda - mulj u sekundarnu taložnicu, u kojoj se aktivni mulj odvaja od pročišćene otpadne vode. U sekundarnim taložnicama istaloženi se mulj kao povratni mulj dovodi natrag u biobazene, dok u isto vrijeme pročišćena otpadna voda otječe u recipijent. Kako se aktivni mulj kod bioloških procesa umnožava, prirast se odvaja kao višak mulja.

Mehanička obrada otpadne vode predviđena je u ovoj varijanti na isti način kao što je opisana u varijanti 1., tj. ugradnjom u dovodni kanal fine rešetke svjetlih otvora 5 mm ili finog sita 3-5 mm. Na malim uređajima kao što je i uređaj Jakovlje često se teži kompaktnoj i preglednoj izvedbi uređaja gradnjom samo jedne građevine koja u sebi sadrži i biološki bazen i taložnicu. Na taj se način štedi i na dužini cjevovoda i na energiji potrebnoj za recirkulaciju mulja. Kod ove varijante odabrano je takvo rješenje uređaja.

Dimenzioniranje biološkog bazena izvršeno je prema kriterijima i parametrima radnih podloga Udruženja za otpadne vode ATV A 126 za uređaje veličine između 500 i 10.000 ES sa simultanom stabilizacijom mulja (opterećenje mulja, aerobna starost mulja, produkcija suvišnog mulja, indeks mulja itd.). Na osnovi navedenih



Slika 2. Varijanta 1., uređaj za pročišćavanje otpadnih voda naselja Jakovlje (postupak C - TECH)

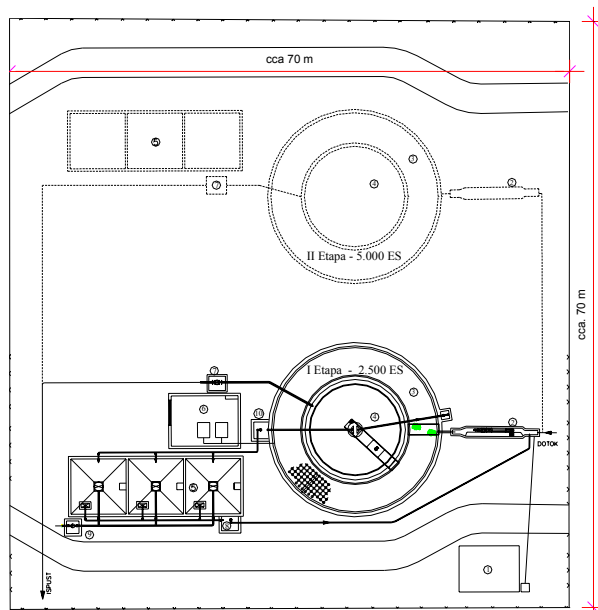
smjernica proračunan je potrebni volumen bazena: $V_{BB} = 1.400 \text{ m}^3$. Zbog etapne izgradnje predlaže se izgradnja $2 \times 2.500 \text{ ES}$. To bi značilo: vanjski promjer $D = 20 \text{ m}$, unutarnji promjer $D = 13 \text{ m}$.

Dimenzioniranje sekundarne taložnice izvršeno je prema kriterijima i parametrima radnih podloga Udruženja za otpadne vode ATV A 131 i A 126.

Usvojeno $D = 15 \text{ (m)}$. Potrebna srednja dubina kod $D = 14,5 \text{ m}$, $h = 4,15 \text{ m} \rightarrow$ usvojeno $h = 4 \text{ m}$.

Usvojeno: korisni volumen $V = 900 \text{ m}^3$; ukupni volumen sekundarne taložnice $V = 1.017 \text{ m}^3$

Ukupni volumen na biološkom dijelu uređaja je $V = 2.417 \text{ m}^3$, što je 17 m^3 više od varijante po C-TECH-u.



Slika 3. Varijanta 2., uređaj za pročišćavanje otpadnih voda naselja Jakovlje (konvencionalni postupak)

4.2. Odabir najpovoljnijega varijantnog rješenja

S obzirom na broj uređaja, odabrana je varijanta "A" (jedan uređaj) koja je povoljnija u investicijskom smislu približno 89.000 eura u odnosu na varijantu "B" (tri uređaja). Osim povoljnijeg odnosa investicijskih troškova, varijanta "A" je povoljnija i što se tiče pogonskih troškova, a osobito što se tiče stabilnosti i tehnološke sigurnosti koja je mnogo veća kod jednog uređaja nego kod tri manja uređaja.

IZVORI

- [1] Bischof, H., *Abwassertechnik*, B. G. Teubner, Stuttgart - Leipzig, 1998.
- [2] ATV-DVWK-A118, *Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen*, 1999.
- [3] ATV-DVWK-A131, *Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen*, 2000.

S obzirom na tehnologiju pročišćavanja, a nakon provedenog proračuna investicijskih i pogonskih troškova, dobiveni su rezultati prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Prikaz investicijskih i pogonskih troškova prema varijantnim rješenjima

Varijanta	Investicijski troškovi (eur)		Pogonski troškovi (eur/god.)
	odvodnja	uređaj	
Varijanta 1. (C-TECH)	7,535.410	1,638.000	145.606
Varijanta 2. (konvencionalni postupak)	7,535.410	1,746.900	147.728

Iz navedene analize i komparacije za dva tehnološka postupka proizlazi da je postupak C-TECH povoljniji što se tiče investicije za 6,6 % (108.900 eura), a kod pogonskih troškova za 1,45 % (2.122 eura).

Zbog toga predlažemo usvajanje postupka C-TECH (varijanta 1.).

6 Zaključak

Daljnijim aktivnostima na realizaciji viših faza projektiranja, ishođenjem lokacijskih i građevinskih dozvola, stvorit će se osnovni uvjeti za plansku izgradnju kanalizacijskog sustava naselja općine Jakovlje. Time će se postupno promijeniti današnje nezadovoljavajuće stanje s aspekta odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda. Rezultat provedenih aktivnosti bit će poboljšavanje kvalitete života stanovništva i stvaranja osnovnih pretpostavki održivog razvitka naselja, odnosno preduvjeta za daljnji razvoj, s posebnim naglaskom na zaštiti okoliša – podzemnih i površinskih voda.

- [4] *Prostorni plan uređenja općine Jakovlje*, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Zavod za urbanizam i prostorno planiranje, srpanj 2004
- [5] *Idejni projekt odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda naselja OPĆINE JAKOVlje*, 2007. "AQUACON", d.o.o. Zagreb, projektant: Ž. Orešković dipl.ing.građ.